

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-097814  
(43)Date of publication of application : 07.04.2000

(51)Int.CI. G01M 19/00  
G07C 3/00

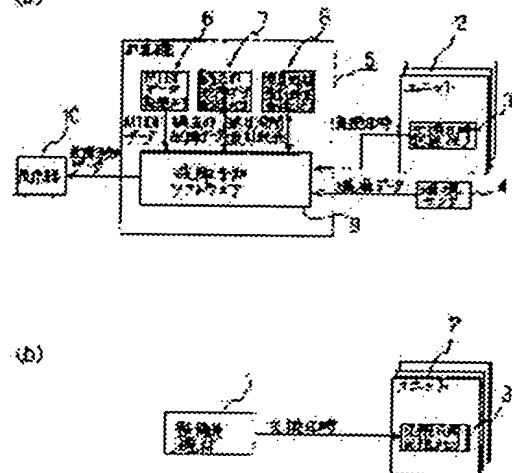
(21)Application number : 10-268032 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
(22)Date of filing : 22.09.1998 (72)Inventor : YAMAKOSHI MASAHIKO  
NOMURA KAZUHIRO

## (54) FAILURE PREDICTIVE MAINTENANCE DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a failure predictive maintenance device capable of avoiding waste of an instrument unit exchange by predicting accurately a failure of the instrument unit of an electronic instrument, and by using the instrument unit just before the failure.

**SOLUTION:** This maintenance device executes failure prediction of each instrument unit 2 based on the exchange date data of the last time of each instrument unit 2 from an exchange data memorized memory 3, the environment data from an environment sensor 4, the MTBF data from an MTBF data memorized memory (means time between failures of each instrument unit) 6, the operation time data from an operation time totaled result memorized memory 8, and the past failure data from a past failure data memorized memory 7, and displays it on an indicator 10.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-97814

(P2000-97814A)

(43)公開日 平成12年4月7日(2000.4.7)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 M 19/00  
G 0 7 C 3/00

識別記号

F I

テマコト<sup>\*</sup>(参考)  
Z 2 G 0 2 4  
3 E 0 3 8

G 0 1 M 19/00  
G 0 7 C 3/00

G 0 7 C 3/00

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全12頁)

(21)出願番号

特願平10-268032

(22)出願日

平成10年9月22日(1998.9.22)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 山越 雅彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 野村 和広

東京都港区浜松町二丁目4番1号 三菱スペース・ソフトウェア株式会社内

(74)代理人 100080296

弁理士 宮園 純一

最終頁に続く

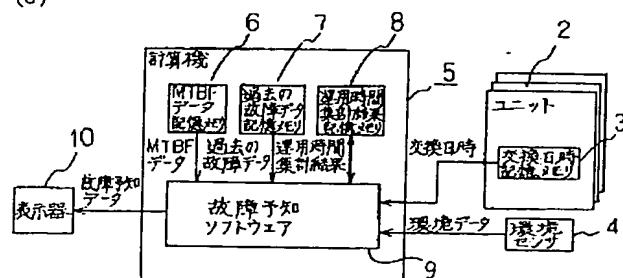
(54)【発明の名称】 故障予知整備装置

(57)【要約】

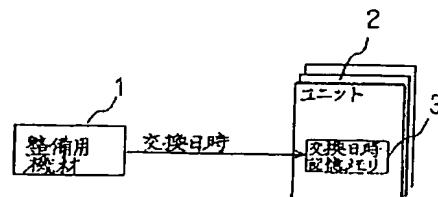
【課題】 電子機器の機器ユニットの故障を正確に予知し、機器ユニットを故障直前まで使用できるようにすることにより機器ユニット交換の無駄を無くすことができる故障予知整備装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 交換日時記憶メモリ3からの各機器ユニット2の前回の交換日時データと、環境センサ4からの環境データと、MTBFデータ記憶メモリ6からのMTBFデータと、運用時間集計結果記憶メモリ8からの運用時間データと、過去の故障データ記憶メモリ6からの過去の故障データに基づいて各機器ユニット2の故障予知を行い、表示器10に表示するようにした。

(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 整備時に使用する整備用機材と、機器ユニットと、この機器ユニットに搭載され、機器ユニットを上記整備用機材と交換したときの交換日時データを記憶する交換日時記憶メモリと、温度や湿度等の機器ユニットの使用環境状況を感知して環境データを出力する環境センサとを備えるとともに、経験則によって予め設定された温度や湿度等の環境条件に応じた各機器ユニットの平均故障間隔時間であるMTBFデータを記憶するMTBFデータ記憶メモリと、各機器ユニットの運用時間データを記憶する運用時間集計結果記憶メモリと、各機器ユニットの過去の故障データを記憶する過去の故障データ記憶メモリと、各機器ユニットの前回の交換日時データと環境データとMTBFデータと運用時間データと過去の故障データとから各機器ユニットの故障予知データを求める手段とを有し、各機器ユニットの故障予知を行う計算機と、上記故障予知データを表示する表示器とを備えたことを特徴とする故障予知整備装置。

【請求項2】 各機器ユニットの前回の交換日時データと環境データとMTBFデータと運用時間データとに基づいて、上記運用時間データを環境条件を加味した運用時間データである運用時間パラメータに変換し、この運用時間パラメータと過去の故障データとから各機器ユニットの故障予知データを求めるようにしたことを特徴とする請求項1記載の故障予知整備装置。

【請求項3】 上記MTBFデータを、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合わせに対応するデータとしたことを特徴とする請求項1記載の故障予知整備装置。

【請求項4】 上記MTBFデータを、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件のそれぞれに対応するデータとしたことを特徴とする請求項1記載の故障予知整備装置。

【請求項5】 各機器ユニットのMTBFデータに対して、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合わせに対応する重み係数を与えたことを特徴とする請求項1記載の故障予知整備装置。

【請求項6】 交換日時記憶メモリを計算機に搭載するとともに、各機器ユニットに交換機器の認識を行うための機器認識手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の故障予知整備装置。

【請求項7】 各機器ユニットのモジュール毎に、交換日時データ、環境データ、MTBFデータ、過去の故障データ、運用時間データを備えるようにしたことを特徴とする請求項1記載の故障予知整備装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、電子機器の整備装置に関するもので、特に、各機器ユニットの故障を予知する機能を備えた整備装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図15は、従来の電子機器の整備装置の構成を示す図で、(a)図は電子機器の運用時に機能する構成要素を、(b)図は電子機器の整備時に機能する構成要素を示す。同図において、2は電子機器を構成する複数の機器ユニット、13は上記各機器ユニット2に設けられ各機器ユニット2のそれぞれの通算運用時間をカウントする運用時間記録用カウンタ、14は各機器ユニット2のそれぞれの交換期間を記憶する機器交換設定期間記憶メモリ15と各機器ユニットの交換判定を行う機器交換判定ソフトウェア16とを備えた整備用計算機、10は上記整備用計算機14から出力される機器交換判定情報を表示する表示器である。

【0003】 次に動作について説明する。電子機器の運用時には、各機器ユニット2に設けられた運用時間記録用カウンタ13は、各機器ユニット2の通算運用時間をカウントする。各機器ユニット2には、それぞれ予め決められた運用期間が設定されており、この運用期間は整備用計算機14内の機器交換設定期間記憶メモリ15に記憶されている。電子機器の整備時には、整備用計算機14は、機器交換判定ソフトウェア16により、上記運用時間記録用カウンタ13からの通算運用時間データと上記機器交換設定期間記憶メモリ15内の運用期間とを比較して、各機器ユニット2を継続運用するか交換するかを判定し、判定結果である機器交換判定情報を表示器10に出力する。なお、上記判定情報として機器の交換が表示された場合には、当該機器ユニットを図示しない整備用機材と交換する。図16は、上記機器交換判定ソフトウェア16の処理内容を示すフローチャートで、整備用計算機14は、運用時間記録用カウンタ16から各機器ユニット2の通算運用時間データを読み出すとともに、機器交換設定期間記憶メモリ15内の各機器ユニット2の各交換期間データを読み出し(ステップS21)、機器ユニット2毎に、上記通算運用時間データが上記交換期間データよりも大きいかどうかを判定し(ステップS22)、当該機器ユニット2の通算運用時間データが交換期間データよりも大きい場合には、機器交換判定情報を「機器交換」として表示器10に出力し(ステップS23)、上記機器ユニット2の交換を指示する。また、当該機器ユニット2の通算運用時間データが交換期間データを越えていない場合には、機器交換判定情報を「継続運用」として表示器10に出力し(ステップS24)、上記機器ユニット2が継続運用可能であることを表示する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来の整備装置では、電子機器を構成する機器ユニット2毎にそれぞれ通算運用時間を設定し、それぞれの機器ユニット2の通算運用時間が予め設定された交換期間を経過すると無条件に当該機器ユニット2を交換するようにしてい

た。上記交換期間は、それぞれの機器ユニット2が故障するとされている時間の平均値に設定した場合には、運用中の故障が多くなってしまうので、通常は、上記交換期間を上記平均値より短めに設定するようにしていた。そのため、十分継続運用できる機器ユニット2でも交換することが多くなり多くの無駄が発生するといった問題点があった。

【0005】本発明は、上記従来の問題点を解消するためになされたもので、電子機器の機器ユニットの故障を正確に予知し、機器ユニットを故障直前まで使用できるようにすることにより機器ユニット交換の無駄を無くすことのできる故障予知整備装置を提供することを目的としている。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載の故障予知整備装置は、整備時に使用する整備用機材と、機器ユニットと、この機器ユニットに搭載され、機器ユニットを上記整備用機材と交換したときの交換日時データを記憶する交換日時記憶メモリと、温度や湿度等の機器ユニットの使用環境状況を感知し各機器ユニットの環境データを出力する環境センサとを備えるとともに、経験則によって予め設定された温度や湿度等の環境条件に応じた各機器ユニットの平均故障間隔時間であるMTBFデータを記憶するMTBFデータ記憶メモリと、各機器ユニットの運用時間データを記憶する運用時間集計結果記憶メモリと、各機器ユニットの過去の故障データを記憶する過去の故障データ記憶メモリと、各機器ユニットの前回の交換日時データと環境データとMTBFデータと運用時間データと過去の故障データとから各機器ユニットの故障予知データを求める手段とを有し、各機器ユニットの故障予知を行う計算機と、上記故障予知データを表示する表示器とを備えたものである。

【0007】また、請求項2記載の故障予知整備装置は、各機器ユニットの前回の交換日時データと環境データとMTBFデータと運用時間データとに基づいて、上記運用時間データを環境条件を加味した運用時間データである運用時間パラメータに変換し、この運用時間パラメータと過去の故障データとから各機器ユニットの故障予知データを求めるようにしたものである。

【0008】請求項3記載の故障予知整備装置は、上記MTBFデータを、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合わせに対応するデータとしたものである。

【0009】請求項4記載の故障予知整備装置は、上記MTBFデータを、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件のそれに対応するデータとしたものである。

【0010】また、請求項5記載の故障予知整備装置は、各機器ユニットのMTBFデータに対して、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合

わせに対応する重み係数を与えたものである。

【0011】請求項6記載の故障予知整備装置は、交換日時記憶メモリを計算機に搭載するとともに、各機器ユニットに交換機器の認識を行うための機器認識手段を設けたものである。

【0012】また、請求項7記載の故障予知整備装置は、各機器ユニットのモジュール毎に、交換日時データ、環境データ、MTBFデータ、過去の故障データ、運用時間データを備えるようにしたものである。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づき説明する。なお、以下の説明中、従来例と共通する部分については同一符号を用いて説明する。

【0014】実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1に係わる電子機器の故障予知整備装置の構成を示す図で、電子機器の運用時に機能する構成要素を(a)図に、電子機器の整備時に機能する構成要素を(b)図に示した。同図において、1は電子機器の整備時に使用する整備用機材、2は電子機器を構成する複数の機器ユニット、3は上記各機器ユニット2にそれぞれ搭載され、機器ユニット2を上記整備用機材1と交換したときの交換日時データを記憶する交換日時記憶メモリ、4は温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の機器ユニットの使用状況(環境条件)を感知し機器ユニット2の環境データを出力する環境センサ、5は経験則によって予め設定された温度や湿度等の各環境条件に応じた各機器ユニットの平均故障間隔時間であるMTBFデータを記憶するMTBFデータ記憶メモリ6と、各機器ユニットの過去の故障データを記憶する過去の故障データ記憶メモリ7と、各機器ユニットの運用時間データを記憶する運用時間集計結果記憶メモリ8と、各機器ユニット2の前回の交換日時データと環境データとMTBFデータと過去の故障データと通算運用時間データとから各機器ユニットの故障予知データを求める手段である故障予知ソフトウェア9とを備え、各機器ユニット2の故障予知を行う計算機である。また、10は上記計算機5から出力される故障予知データを表示する表示器である。

【0015】次に、上記構成の故障予知整備装置の動作について、図2に示す故障予知ソフトウェア9の処理内容を示すフローチャートに基づいて説明する。なお、電子機器の整備時において、機器ユニット2を整備用機材1と交換した場合には、そのときの交換日時を当該機器ユニット2に搭載された交換日時記憶メモリ3に書き込んでおくものとする。電子機器の運用時において、計算機5の故障予知ソフトウェア9は、まず、機器ユニット2の交換日時記憶メモリ3から機器ユニット2の交換日時データを読み込むとともに、環境センサ4から各機器ユニット2の使用状況(温度、湿度、振動、衝撃、気圧等)を環境データとして読み込む(ステップS1)。次に、機器ユニット2の使用環境毎の運用時間を集計し

(ステップS2)、その集計結果を運用時間集計結果記憶メモリ8の運用時間集計結果に加算する(ステップS3)。図3は、上記運用時間集計結果の保存形式の一例を示すテーブルで、このテーブルは、各機器ユニット2毎に上記運用時間集計結果記憶メモリ8に記憶されている。また、図4は、その具体例で、簡単のため、図3、図4とともに、機器ユニット2の使用環境状況を表す環境条件パラメータを温度(i)と湿度(j)の2つとした。図3において、運用時間A21は、温度(i)の範囲が*i*=2(10°C±2.5°C)、湿度(j)の範囲が*j*=1(50%±5%)である使用条件で当該機器ユニット2が使用された時間を表わすもので、図4においては、上記運用時間データA21の値をA21=70000hとした。なお、上記環境条件パラメータが、例えば、温度(i)、湿度(j)、振動(k)、衝撃(l)、気圧(m)の5つである場合には、上記テーブルは、各環境条件の全ての組み合わせに対応する運用時間データAijklmを記録したテーブルとなる。

【0016】次に、故障予知ソフトウェア9は、MTBFデータ記憶メモリ6から機器ユニット2のMTBFデータを読み込む(ステップS4)。このMTBFデータは、経験則によって予め設定された使用環境条件に応じた各機器ユニットのMTBF(Mean Time Between Failures; 平均故障間隔時間～故障を発生することなく作動する平均時間)を示すデータで、MTBFデータ記\*

$$Ts = (A11111/MTBF11111 + A11112/MTBF11112 + \dots + Aijklm/M_{TBFijklm})$$

例えば、環境条件パラメータを温度と湿度のみとしたときには、上述した、図4の運用時間データAijと図6の※30運用時間パラメータTsは、

$$\begin{aligned} Ts &= (A11/MTBF11 + A12/MTBF12 + A21/MTBF21 \\ &\quad + A22/MTBF22 + A31/MTBF31) \\ &= (0/110000 + 0/115000 + 70000/105000 \\ &\quad + 5000/100000 + 10000/98000) \\ &= 0.82 \end{aligned}$$

となる。この運用時間パラメータTsの値は、各機器ユニット2の運用時間の増加に伴って増大する。

【0018】なお、上記運用時間パラメータTsと過去の故障データTとを比較する前に、当該機器ユニット2が故障していないかどうかを調べる(ステップS6)。当該機器ユニット2が故障している場合には、上記運用時間パラメータTsを過去の故障データ記憶メモリ7に書き込み(ステップS7)、当該機器ユニット2の過去の故障データTを再計算する(ステップS8)。上記ステップS6において、当該機器ユニット2が故障していない場合には、ステップS9へ進み、過去の運用時間パラメータTsの平均値を計算し、これを過去の故障データTとする。但し、当該機器ユニット2が過去に故障していない場合には、T=1とする。次に、現在の運用時間パラメータTsの値が過去の故障データTよりも大き

\*億メモリ6には、例えば、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合わせに対応するMTBFデータが記憶されている。図5は、上記MTBFデータの保存形式の一例を示すテーブルで、また、図6は、その具体例を示すテーブルである。なお、簡単のため、環境条件パラメータを温度(i)と湿度(j)のみとした。図5において、MTBF21は、温度(i)の範囲が*i*=2(10°C±2.5°C)、湿度(j)の範囲が*j*=1(50%±5%)である使用条件でのMTBFデータを表わすもので、図6では、上記MTBFデータMTBF21の値は、MTBF21=105000hとなっている。なお、上記環境条件パラメータが、温度(i)、湿度(j)、振動(k)、衝撃(l)、気圧(m)の5つの場合には、MTBFデータは、上述した運用時間データAijklmの場合と同様に、MTBFijklmのように表わされる。

【0017】故障予知ソフトウェア9は、上記運用時間データAijklmと上記MTBFデータMTBFijklmとから、以下の式(1)により、環境条件を加味した運用パラメータTsを算出し(ステップS5)、この運用パラメータTsと、過去の故障データ記憶メモリ7に格納されている過去の整備から故障に至ったまでの運用時間パラメータの平均値である過去の故障データTとを比較する。

… (1)

※MTBFデータMTBFijjとから、環境条件を加味した運用時間パラメータTsは、

いかどうかを判定する(ステップS10)。現在の運用時間パラメータTsの値が上記過去の故障データTを越えた場合には、故障予知ソフトウェア9は、当該機器ユニット2が故障する恐れあると判断し、表示器10に故障予知データを出力し(ステップS11)、上記機器ユニット2の交換を指示する。また、現在の運用時間パラメータTsの値が上記過去の故障データT以下の場合には、当該機器ユニット2が継続運用可能であると判断し、次の機器ユニット2に対する故障時期の予知を行う。

【0019】このように、本実施の形態1によれば、単に各機器ユニット2毎の運用時間を記録するだけではなく、各機器ユニットの前回の交換日時データと環境データとMTBFデータと運用時間データとから温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の機器ユニット2の運用時の環

境条件を加味した運用時間パラメータ  $T_{1s}$  を算出し、この運用時間パラメータ  $T_{1s}$  と過去の故障データ  $T_{1s}$  とを比較して故障予知を行うようにしたので、機器ユニット 2 の故障時期を正確に予知することができる。したがって、機器ユニット 2 を故障の直前まで使用することができるので、機器ユニット 2 の交換の無駄を無くし、機器ユニット 2 のライフサイクルコストの低減を図ることができるとともに、省資源化を達成することができる。

【0020】実施の形態 2. 上記実施の形態 1 では、MTBF データを、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合わせに対応するデータとした場合について説明したが、MTBF データを、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件 ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) のそれぞれに対応するデータとして各機器ユニット 2 の現在の運用時間パラメータ  $T_{is}$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) の値を算出し、各環境条件のそれぞれに対して設定された過去の故障データ  $T_{ij}$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) と比較することで故障予知を行なってよい。図 7 は、上記各環境条件のそれぞれに対応する MTBF データの保存形式の一例を示すテーブルで、同図において、MTBF<sub>ij</sub> は、環境条件パラメータが  $i$  (例えば、 $i = 1$  : 温度、 $i = 2$  : 湿度、 $\dots$ ) で、環境レベル (パラメータの値の範囲) が  $j$  である MTBF データ \*

\* を表しており、具体的には、MTBF<sub>21</sub> は、環境条件パラメータが湿度 ( $i = 2$ ) で、そのレベルが 1 (50% ~ 55%) である使用条件での MTBF データを表わしている。図 8 は、環境条件パラメータを温度と湿度のみとした場合の具体例で、上記 MTBF<sub>21</sub> の値を MTBF<sub>21</sub> = 110000 h とした。また、図 9 は、上記 MTBF データに対応する運用時間集計結果の保存形式の一例を示すテーブルで、 $A_{ij}$  は、環境条件パラメータが  $i$  (1 : 温度、2 : 湿度、 $\dots$ ) で、環境レベルが  $j$  である運用時間データを表わしている。また、図 10 は、環境条件パラメータを温度と湿度のみとした場合の具体例で、例えば、湿度 ( $i = 2$ ) で、そのレベルが 1 (50% ~ 55%) である運用時間データ  $A_{21}$  の値を  $A_{21} = 11000 h$  とした。

【0021】故障予知ソフトウェア 9 は、環境条件パラメータが  $n$  個の場合には、上記運用時間データ  $A_{ij}$  と上記 MTBF データ MTBF<sub>ij</sub> とから、以下の式 (2-1) ~ (2-n) により、環境条件を加味した複数の運用パラメータ  $T_{is}$  ( $i = 1 \sim n$ ) を算出し、上記  $T_{is}$  と故障データ記憶メモリ 7 に格納された当該機器ユニット 2 の過去の故障データ  $T_{ij}$  ( $i = 1 \sim n$ ) とを比較する。なお、過去の故障データが存在しない場合には、 $T_{ij} = 1$  とする。

$$T_{1s} = (A_{11}/MTBF_{11} + A_{12}/MTBF_{12} + \dots + A_{1j}/MTBF_{1j}) \\ \dots \quad (2-1)$$

$$T_{2s} = (A_{21}/MTBF_{21} + A_{22}/MTBF_{22} + \dots + A_{2j}/MTBF_{2j}) \\ \dots \quad (2-2)$$

$$T_{is} = (A_{i1}/MTBF_{i1} + A_{i2}/MTBF_{i2} + \dots + A_{ij}/MTBF_{ij}) \\ \dots \quad (2-i)$$

$$T_{ns} = (A_{n1}/MTBF_{n1} + A_{n2}/MTBF_{n2} + \dots + A_{nj}/MTBF_{nj}) \\ \dots \quad (2-n)$$

例えば、環境条件パラメータを温度 ( $i = 1$ ) と湿度 ( $i = 2$ ) のみとしたときには、図 8 の MTBF データ MTBF<sub>ij</sub> と図 10 の運用時間データ  $A_{ij}$  とから、環境

※ 条件を加味した運用時間パラメータ  $T_{1s}$  と  $T_{2s}$  とはそれぞれ次のようにして算出することができる。

$$T_{1s} = (A_{11}/MTBF_{11} + A_{12}/MTBF_{12} + \dots + A_{1j}/MTBF_{1j}) \\ = (15000/105000 + 10000/100000) \\ = 0.24$$

$$T_{2s} = (A_{21}/MTBF_{21} + A_{22}/MTBF_{22} + \dots + A_{2j}/MTBF_{2j}) \\ = (11000/126000 + 18000/108000) \\ = 0.25$$

この運用時間パラメータ  $T_{1s}$  と  $T_{2s}$  の値は、共に、各機器ユニット 2 の運用時間の増加に伴って増大する。したがって、環境条件パラメータが  $i$  個ある場合には、上記運用時間パラメータ  $T_{is}$  ( $i = 1 \sim n$ ) のうち、1 つの運用時間パラメータ  $T_{ns}$  値が過去の故障データ  $T_m$  の値よりも大きい場合には、故障予知ソフトウェア 9 は、当該機器ユニット 2 が故障に危険があると判断し、表示器 10 に故障予知データを出力する。また、 $i$  個の現在の運

用時間パラメータ  $T_{ks}$  の値の全てが、それぞれ各過去の故障データ  $T_k$  を越えない場合には、当該機器ユニット 2 は継続運用可能であると判断し、次の機器ユニット 2 の故障の予知を行う。

【0022】実施の形態 3. 上記実施の形態 1 では、上記 MTBF データを、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合わせに対応するデータとした場合について説明したが、各機器ユニットの MTBF

データに対して、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合わせに対応する時間的な重み係数を与える、各機器ユニット2の現在の運用時間パラメータ $T_{s}$ の値を算出することにより、同様の効果を得ることができる。すなわち、各機器ユニット2毎にMTBFデータを設定し、更に、上記MTBFデータに対して温度、湿度、振動、衝撃、気圧の各環境条件の全ての組み合わせに対応した時間的な重み係数 $B_{ijklm}$ を設定する。図11は、上記MTBFデータ及び時間的な重み係数 $B_{ijklm}$ の保存形式の一例を示すテーブルで、また、図12は、その具体例を示すテーブルである。但し、簡単のため、環境条件パラメータを温度(i)と湿度(j)のみとした。図11において、B21は、温度(i)が $i=2$  ( $10^{\circ}\text{C} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ )、湿度(j)が $j=1$  ( $50\% \pm 5\%$ )である使用条件での時間的な重み\*

$$T_s = \frac{(A11111 \cdot B11111 + A11112 \cdot B11112 + \dots + Aijklm \cdot Bijklm) / M}{T_{BF}}$$

例えば、環境条件パラメータを温度と湿度のみとしたときには、図12のMTBFデータ及び時間的な重み係数※20

$$T_s = \frac{(A11 \cdot B11 + A12 \cdot B12 + A21 \cdot B21 + A22 \cdot B22 + A31 \cdot B31) / (0.1 \cdot 1.10 + 0.1 \cdot 1.15 + 70000 \cdot 1.05 + 5000 \cdot 1.00 + 10000 \cdot 0.98) / 100000}{MTBF} = 0.88$$

となる。この運用時間パラメータ $T_s$ の値は、各機器ユニット2の運用時間の増加に伴って増大し、運用時間パラメータ $T_s$ が過去の故障データ $T$ の値よりも大きくなつた場合には、故障予知ソフトウェア9は、当該機器ユニット2が故障の危険があると判断し、表示器10に故障予知データを出力する。

【0024】実施の形態4. 上記実施の形態1では、各機器ユニットの交換日時を記憶する交換日時記憶メモリ3を各機器ユニット毎に設けたが、図13に示すように、交換日時記憶メモリ3を計算機5に搭載し、各機器ユニット2には機器認識手段である機器認識用チップ11内を設けて各機器ユニット2の交換日時を管理するような構成にしても同様の効果を得ることができる。なお、本実施の形態4においては、交換日時記憶メモリ3を計算機5に搭載することにより、機器ユニット2から計算機5へのデータ送信が簡略化されるとともに、計算機5における故障予知の処理速度を高めることができるという利点を有する。

【0025】実施の形態5. 上記実施の形態1では、各機器ユニット2毎に、交換日時データ、環境データ、MTBFデータ、過去の故障データ、通算運用時間データを備えるような構成としたが、図14に示すように、それぞれの機器ユニット2内の各モジュール12毎に、交換日時データ、環境データ、MTBFデータ、過去の故障データ、通算運用時間データを備えるように構成することにより、各モジュール12に対して故障予知を行う

\*係数を表わすもので、図12では、上記時間的な重み係数B21の値をB21=1.05とした。なお、上記環境条件パラメータが、温度(i)、湿度(j)、振動(k)、衝撃(l)、気圧(m)の5つの場合には、時間的な重み係数を $B_{ijklm}$ のように表し、運用時間データについては、上記実施の形態1と同様に、 $A_{ijklm}$ のように表す。

【0023】故障予知ソフトウェア9は、上記運用時間データ $A_{ijklm}$ と上記MTBFデータとMTBFデータ10の時間的な重み係数を $B_{ijklm}$ とから、以下の式(3)により、環境条件を加味した運用パラメータ $T_s$ を算出し上記 $T_s$ と過去の故障データ記憶メモリ7中の当該機器ユニット2の過去の故障データ $T$ とを比較する。なお、過去の故障データが存在しない場合には、 $T=1$ とする。

$$T_s = \frac{(A11111 \cdot B11111 + A11112 \cdot B11112 + \dots + Aijklm \cdot Bijklm) / M}{T_{BF}}$$

… (3)

※を $B_{ijklm}$ と、上述した、図4の運用時間データ $A_{ij}$ とから、環境条件を加味した運用時間パラメータ $T_s$ は、

ことができる、機器ユニット2の故障予知の精度を更に向上させることができる。

#### 【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1記載の発明によれば、各機器ユニットの前回の交換日時データと環境データとMTBFデータと運用時間データと過去の故障データとに基づいて各機器ユニットの故障予知を行うようにしたので、機器ユニットの故障時期を正確に予知することができ、機器ユニットを故障の直前まで使用することができる。したがって、機器ユニットの交換の無駄を無くし、機器ユニットのライフサイクルコストの低減を図ることができるとともに、省資源化を達成することができる。

【0027】請求項2記載の発明によれば、各機器ユニットの前回の交換日時データと環境データとMTBFデータと運用時間データとに基づいて、上記運用時間データを環境条件を加味した運用時間データである運用時間パラメータに変換し、この運用時間パラメータと過去の故障データとから各機器ユニットの故障予知データを求めるようにしたので、環境条件を加味した故障予知を更に正確に行うことができる。

【0028】請求項3記載の発明によれば、上記MTBFデータを、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合わせに対応するデータとしたので、機器ユニットの故障時期を正確に予知することができる。

【0029】請求項4記載の発明によれば、上記MTBFデータを、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件のそれぞれに対応するデータとしたので、機器ユニットの故障時期の予知精度を向上させることができる。

【0030】請求項5記載の発明によれば、各機器ユニットのMTBFデータに対して、温度、湿度、振動、衝撃、気圧等の各環境条件の全ての組み合わせに対応する重み係数を与えるようにしたので、機器ユニットの故障時期を正確に予知することができる。

【0031】請求項6記載の発明によれば、交換日時記憶メモリを計算機に搭載するとともに、各機器ユニットに交換機器の認識を行うための機器認識手段を設けたので、機器ユニットの故障時期を正確に予知することができるとともに、故障予知の処理速度を高めることができる。

【0032】請求項7記載の発明によれば、各機器ユニットのモジュール毎に、交換日時データ、環境データ、MTBFデータ、過去の故障データ、運用時間データを備えたので、モジュール毎の故障予知を行うことができ、機器ユニットの故障予知の精度を更に向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係わる故障予知整備装置の構成を示す図である。

【図2】 本発明の実施の形態1に係わる故障予知ソフトウェアの処理内容を示すフローチャートである。

【図3】 実施の形態1に係わる運用時間集計結果の形式を示す図である。

【図4】 実施の形態1に係わる運用時間集計結果の一例である。

【図5】 実施の形態1に係わるMTBFデータの形式を示す図である。

【図6】 実施の形態1に係わるMTBFデータの一例である。

【図7】 実施の形態2に係わるMTBFデータの形式を示す図である。

【図8】 実施の形態2に係わるMTBFデータの一例である。

【図9】 実施の形態2に係わる運用時間集計結果の形式を示す図である。

【図10】 実施の形態2に係わる運用時間集計結果の一例である。

【図11】 実施の形態3に係わるMTBFデータの形式を示す図である。

【図12】 実施の形態3に係わるMTBFデータの一例である。

【図13】 本発明の実施の形態4に係わる故障予知整備装置の構成を示す図である。

【図14】 本発明の実施の形態5に係わる故障予知整備装置の構成を示す図である。

【図15】 従来の整備装置の構成を示す図である。

【図16】 従来の機器交換判定ソフトウェアの処理内容を示すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

1 整備用機材、2 機器ユニット、3 交換日時記憶メモリ、4 環境センサ、5 計算機、6 MTBFデータ記憶メモリ、7 過去の故障データ記憶メモリ、8 運用時間集計結果記憶メモリ、9 故障予知ソフトウェア、10 表示器、11 機器認識用チップ、12 モジュール。

【図3】

ユニット	パラメータ		運用時間Aij
	温度i	湿度j	
ユニットNo.1	5°C (i=1)	50%(j=1)	A11
		60%(j=2)	A12
		⋮	⋮
	10°C (i=2)	50%(j=1)	A21
		60%(j=2)	A22
		⋮	⋮
	15°C (i=3)	50%(j=1)	A31

【図4】

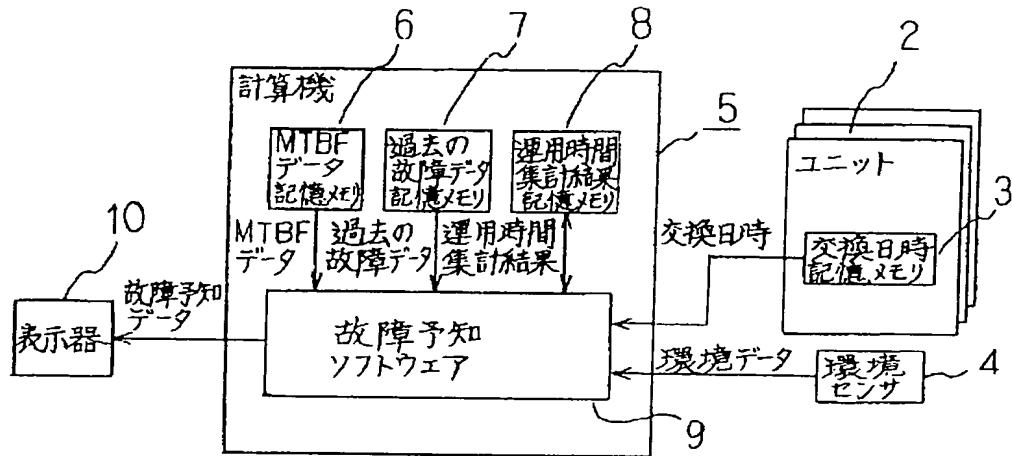
ユニット	パラメータ		運用時間Aij
	温度i	湿度j	
ユニットNo.1	5°C (i=1)	50%(j=1)	0h
		60%(j=2)	0h
	10°C (i=2)	50%(j=1)	70000h
		60%(j=2)	5000h
	15°C (i=3)	50%(j=1)	10000h

【図6】

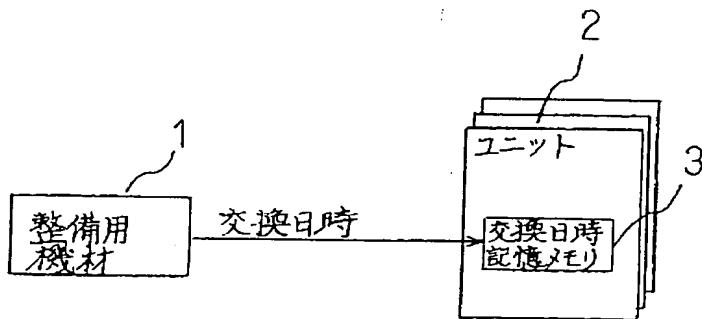
ユニット	パラメータ		MTBFij
	温度i	湿度j	
ユニットNo.1	5°C (i=1)	50%(j=1)	110000h
		60%(j=2)	115000h
	10°C (i=2)	50%(j=1)	105000h
		60%(j=2)	100000h
	15°C (i=3)	50%(j=1)	98000h

【図1】

(a)



(b)



【図5】

【図8】

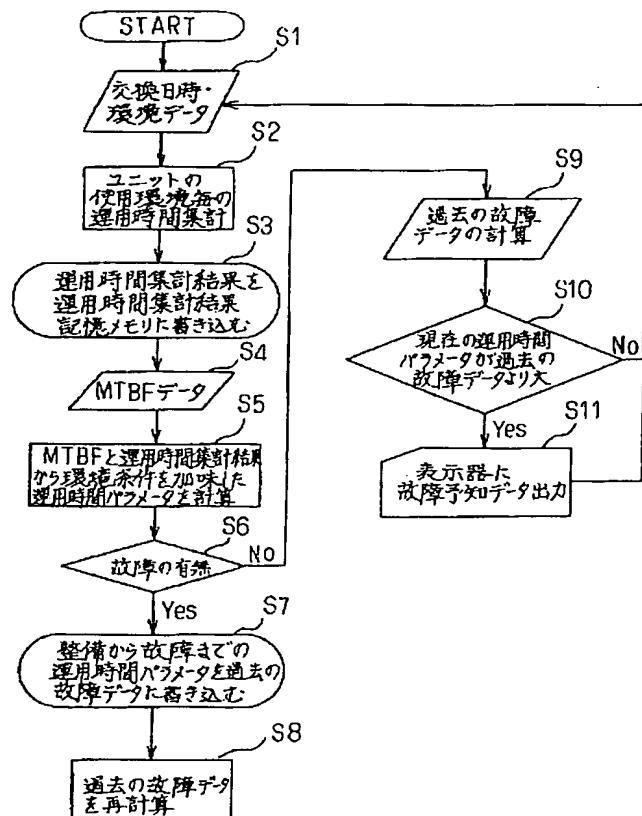
ユニット	パラメータ		MTBF <sub>ij</sub>
	温度i	湿度j	
ユニットNo.1	5°C (i=1)	...	...
		50% (j=1)	MTBF <sub>11</sub>
		60% (j=2)	MTBF <sub>12</sub>
	10°C (i=2)	...	...
		50% (j=1)	MTBF <sub>21</sub>
		60% (j=2)	MTBF <sub>22</sub>
...	15°C (i=3)	...	...
		50% (j=1)	MTBF <sub>31</sub>
		...	...

ユニット	パラメータi		パラメータの値とMTBF <sub>ij</sub>	
	温度 (i=1)	湿度 (i=2)	5°C~10°C (j=1)	10°C~15°C (j=2)
ユニットNo.1	MTBF	MTBF	105000h	100000h
		MTBF	110000h	108000h
ユニットNo.2	MTBF	MTBF	126000h	121000h
		MTBF	11000h	18000h

【図10】

ユニット	パラメータi		パラメータの値と運用時間A <sub>ij</sub>	
	温度 (i=1)	湿度 (i=2)	5°C~10°C (j=1)	10°C~15°C (j=2)
ユニットNo.1	運用時間A	運用時間A	15000h	10000h
		運用時間A	11000h	18000h
ユニットNo.2	運用時間A	運用時間A	16000h	21000h
		運用時間A	10000h	15000h

【図2】



【図7】

ユニット	パラメータi	パラメータの値jとMTBFij			
		温度 (i=1)	温度 (i=2)	5°C~10°C(j=1)	10°C~15°C(j=2)
ユニットNo.1	MTBF	...	...	MTBF11	MTBF12
	温度 (i=2)	...	...	50%~55%(j=1)	55%~60%(j=2)
		MTBF	...	MTBF21	MTBF22
	...	...	...	...	...
ユニットNo.2	温度 (i=1)	...	...	5°C~10°C(j=1)	10°C~15°C(j=2)
	MTBF	...	...	MTBF11	MTBF12
		...	...	...	...
	...	...	...	...	...

【図9】

ユニット	パラメータi	パラメータの値jと運用時間Aij			
		温度 (i=1)	温度 (i=2)	5°C~10°C(j=1)	10°C~15°C(j=2)
ユニットNo.1	運用時間A	...	...	A11	A12
		...	...	...	...
	温度 (i=2)	...	...	A21	A22
		...	...	...	...
ユニットNo.2	温度 (i=1)	...	...	5°C~10°C(j=1)	10°C~15°C(j=2)
	運用時間A	...	...	A11	A12
		...	...	...	...
	...	...	...	...	...

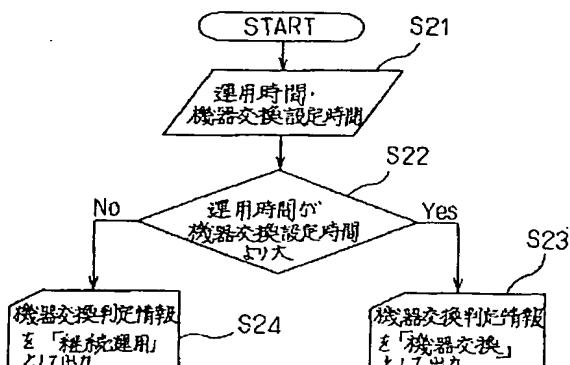
【図11】

ユニット	パラメータ		重み係数Bij
	温度i	湿度j	
ユニットNo.1	5°C (i=1)	50%(j=1)	B11
		60%(j=2)	B12
	10°C (i=2)	50%(j=1)	B21
		60%(j=2)	B22
...	15°C (i=3)	50%(j=1)	B31
		...	...
	...	...	...

【図12】

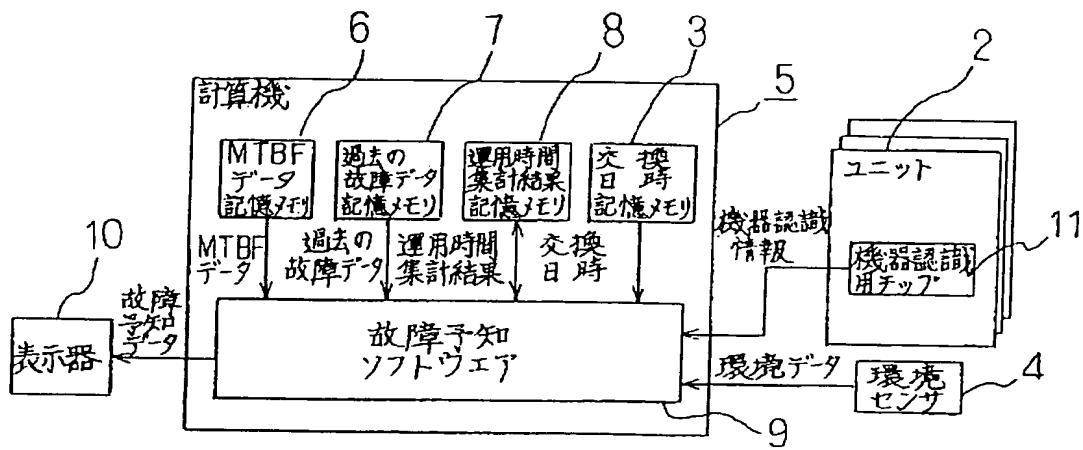
ユニット	パラメータ		重み係数Bij
	温度i	湿度j	
ユニットNo.1	5°C (i=1)	50%(j=1)	1.10
		60%(j=2)	1.15
	10°C (i=2)	50%(j=1)	1.05
		60%(j=2)	1.00
...	15°C (i=3)	50%(j=1)	0.98
		...	...

【図16】

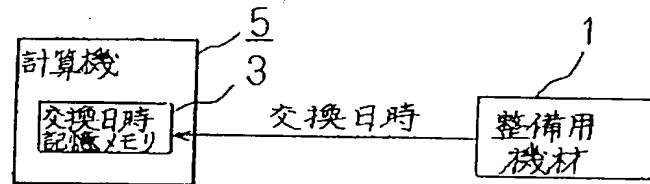


【図13】

(a)

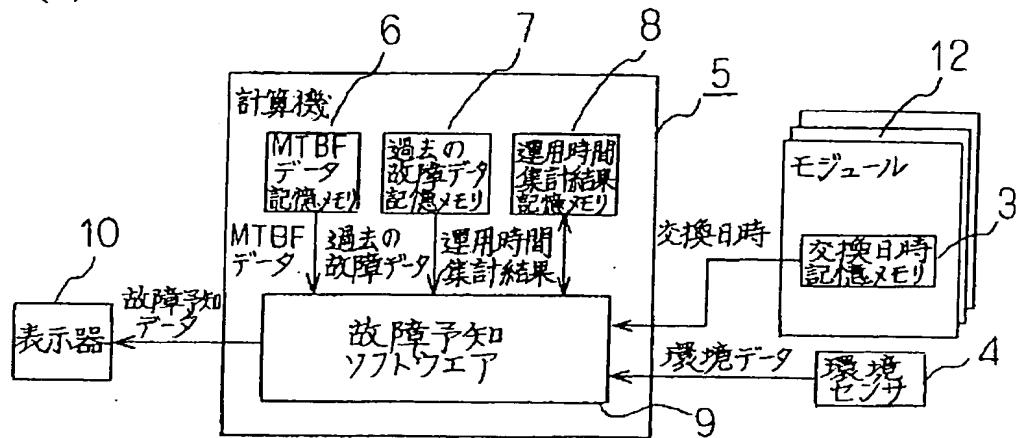


(b)

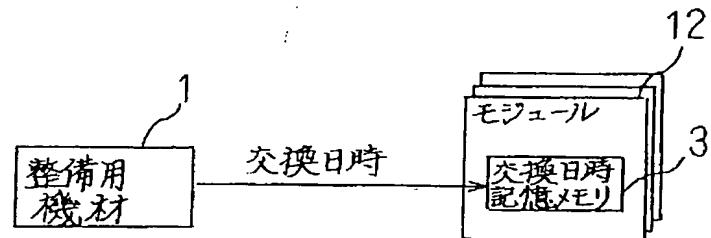


【図14】

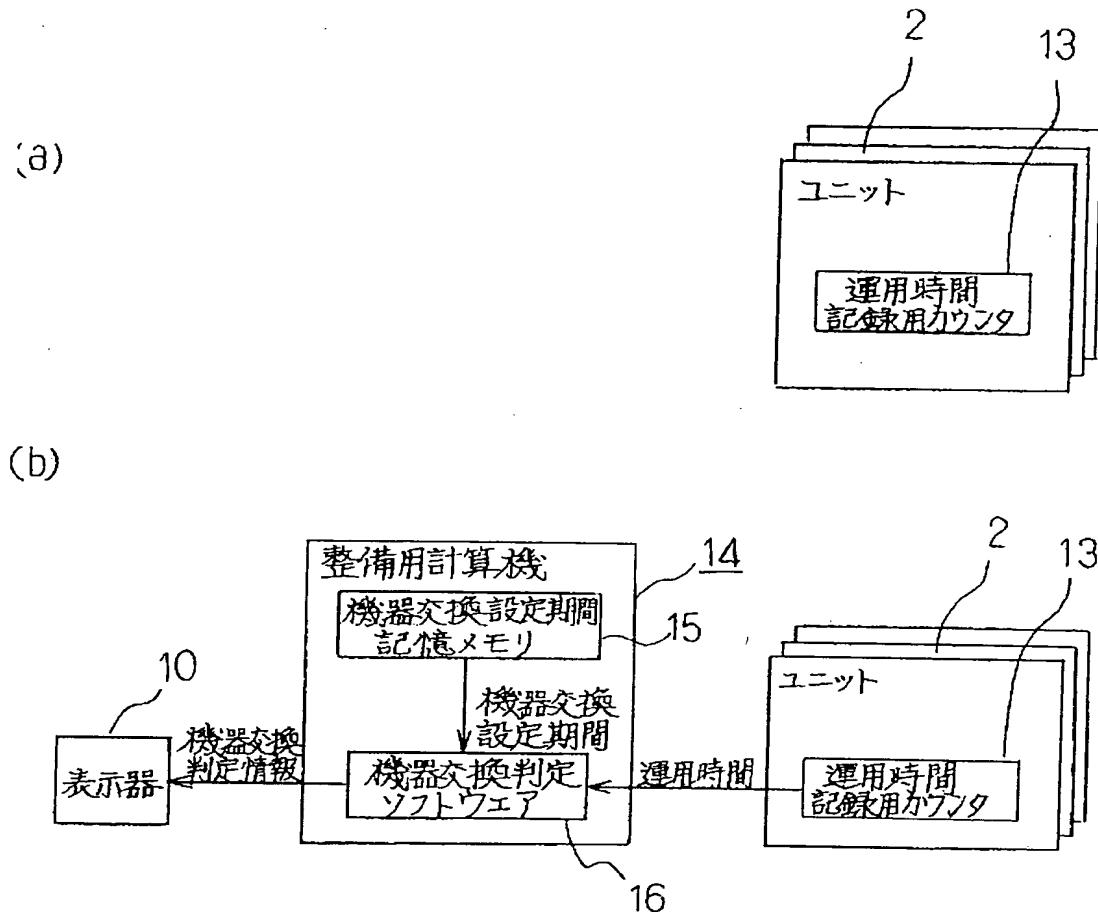
(a)



(b)



【図15】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2G024 AD50 BA11 BA12 BA14 BA21  
BA27 CA13 CA17 DA25  
3E038 AA03 BA09 CA06 CB02 CB10  
CC03 DA06 DA07 DB01 GA02  
HA05 HA06